

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 許出願公開番号

特開2000-133289

(P2000-133289A)

(43) 公開日 平成12年5月12日 (2000.5.12)

(51) IntCl ⁷	識別記号	F I	キーワード (参考)
H 0 1 M	8/02	H 0 1 M 8/02	S 5 H 0 2 6
	8/10	8/10	B
	8/24	8/24	S

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平10-307391

(22) 出願日 平成10年10月28日 (1998.10.28)

(71) 出願人 000000011

アイシン精機株式会社

愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地

(72) 発明者 桑原 保雄

愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシン精機株式会社内

(72) 発明者 小倉 義和

愛知県刈谷市昭和町2丁目3番地 アイシン・エンジニアリング株式会社内

(72) 発明者 梶尾 克宏

愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシン精機株式会社内

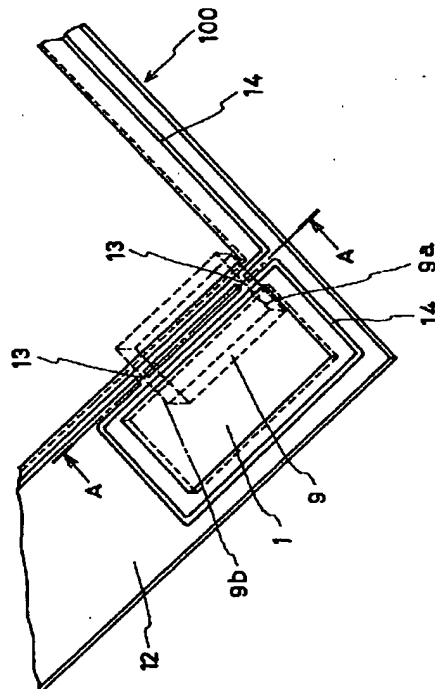
Fターム (参考) 5H026 AA06 BB04 CC03 CC08 CX04
CX08 EE18

(54) 【発明の名称】 ガスマニホールド一体型セパレータ及び固体高分子電解質型燃料電池

(57) 【要約】

【課題】 ガス導入口、排出口を覆う平板部からのガスリークを防止する。

【解決手段】 ガス導入マニホールド孔とガス流路溝部を連結するガス導入口及びガス排出マニホールド孔とガス流路溝部を連結するガス排出口を平板9で覆い、前記ガス導入口、ガス排出口をトンネル構造にした燃料電池用セパレータ100において、少なくとも前記ガス流路溝部以外の部分を樹脂で被覆したコーティング膜12を設けるか、前記平板9のガスの流れる方向に平行な端部を覆う凸部形状の樹脂製の補強用リブ13を設けたことを特徴とするガスマニホールド一体型セパレータ100及びそのガスマニホールド一体型セパレータ100で固体高分子電解質膜と電極の接合体を挟んで積層したことを特徴とする固体高分子電解質型燃料電池。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ガス導入マニホールド孔、ガス排出マニホールド孔及びガス流路溝部を有し、前記ガス導入マニホールド孔と前記ガス流路溝部を連結するガス導入口及び前記ガス排出マニホールド孔と前記ガス流路溝部を連結するガス排出口を平板で覆い、前記ガス導入口及び前記ガス排出口をトンネル構造にした燃料電池用セパレータにおいて、前記ガス流路溝部以外の部分を樹脂で被覆したコーティング膜を設けたことを特徴とするガスマニホールド一体型セパレータ。

【請求項2】 ガス導入マニホールド孔、ガス排出マニホールド孔及びガス流路溝部を有し、前記ガス導入マニホールド孔と前記ガス流路溝部を連結するガス導入口及び前記ガス排出マニホールド孔と前記ガス流路溝部を連結するガス排出口を平板で覆い、前記ガス導入口及び前記ガス排出口をトンネル構造にした燃料電池用セパレータにおいて、前記ガス導入口及び前記ガス排出口を覆う平板のガスの流れる方向に平行な端部を覆う凸部形状の樹脂製の補強用リブを設けたことを特徴とするガスマニホールド一体型セパレータ。

【請求項3】 前記樹脂がエチレンプロピレンゴムであることを特徴とする請求項1及び請求項2記載のガスマニホールド一体型セパレータ。

【請求項4】 前記コーティング膜及び前記補強用リブが一体で形成されていることを特徴とする請求項1記載及び請求項2記載のガスマニホールド一体型セパレータ。

【請求項5】 請求項1記載及び請求項2記載のガスマニホールド一体型セパレータのガス導入マニホールド孔、ガス排出マニホールド孔、冷却水導入マニホールド孔、冷却水排出マニホールド孔の少なくとも一つの孔を囲む凸部形状の樹脂製のシールリブを設け、前記シールリブと前記コーティング膜及び前記補強用リブを一体で形成することを特徴とする請求項1記載及び請求項2記載のガスマニホールド一体型セパレータ。

【請求項6】 ガス導入マニホールド孔、ガス排出マニホールド孔及びガス流路溝部を有し、前記ガス導入マニホールド孔と前記ガス流路溝部を連結するガス導入口及び前記ガス排出マニホールド孔と前記ガス流路溝部を連結するガス排出口を平板で覆い、前記ガス導入口及び前記ガス排出口をトンネル構造にしたガスマニホールド一体型セパレータを有する燃料電池において、前記ガス流路溝部以外の部分を樹脂で被覆したコーティング膜を設けたガスマニホールド一体型セパレータで固体高分子電解質膜と電極の接合体を挟んで積層したことを特徴とする固体高分子電解質型燃料電池。

【請求項7】 ガス導入マニホールド孔、ガス排出マニホールド孔及びガス流路溝部を有し、前記ガス導入マニホールド孔と前記ガス流路溝部を連結するガス導入口及び前記ガス排出マニホールド孔と前記ガス流路溝部を連

結するガス排出口を平板で覆い、前記ガス導入口及び前記ガス排出口をトンネル構造にしたガスマニホールド一体型セパレータを有する燃料電池において、前記ガス導入口及び前記ガス排出口を覆う平板のガスの流れる方向に平行な端部を覆う凸部形状の樹脂製の補強用リブを設けたガスマニホールド一体型セパレータで固体高分子電解質膜と電極の接合体を挟んで積層したことを特徴とする固体高分子電解質型燃料電池。

【発明の詳細な説明】

10 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はガスマニホールド一体型セパレータ及び固体高分子電解質型燃料電池に関する。

【0002】

【従来の技術】大気汚染をできる限り減らすために自動車の排ガス対策が重要になっており、その対策の一つとして電気自動車を使用されているが、充電設備や走行距離などの問題で普及に至っていない。

【0003】燃料電池は、水素と酸素を使用して電気分解の逆反応で発電し、水以外の排出物がなくクリーンな発電装置として注目されており、前記燃料電池を使用した自動車が最も将来性のあるクリーンな自動車であると見られている。前記燃料電池の中でも固体高分子電解質型燃料電池が低温で作動するため自動車用として最も有望である。

【0004】前記固体高分子電解質型燃料電池は、一般的に多数のセルが積層されており、該セルは、二つの電極（燃料極と酸化剤極）で固体高分子電解質膜を挟んで接合した固体高分子電解質膜と電極の接合体を、燃料ガスまたは酸化剤ガスのガス流路を有するセパレータで挟んだ構造をしている。

【0005】前記固体高分子電解質型燃料電池を自動車用として使用するためには、車載スペースが限られているためできる限り小型化することが重要である。多数積層されているセパレータを小型化することは、燃料電池全体で見ると小型化の効果が大きい。

【0006】従来技術として、特開平9-35726号公報には、セパレータの端部にガス導入マニホールド孔、ガス排出マニホールド孔を設けたガスマニホールド一体型セパレータが開示されている。前記マニホールド孔は電極と接するガス流路溝部を連結するガス導入口及びガス排出口が設けられている。

【0007】前記ガス導入口及びガス排出口は、そのままガスシールのため電極の周囲にはみ出して設けられた固体高分子電解質膜などによって塞がれてしまう問題がある。それを防ぐため、前記ガス導入口及びガス排出口を平板で覆い、トンネル構造になっている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来技術は、前記平板の端部とセパレータ本体の間に段差がで

きるため、その段差に衝撃が加わった場合、前記平板が剥離するという問題があった。また、前記平板の端部とセパレータ本体を接合するときのずれや接合部の不良が生ずる場合にはガスのリークが起り、完全なガスシールを保つことが難しいという問題があった。

【0009】本発明は上記課題を解決したもので、前記平板が剥離することがなく、ガスシール性に優れたガスマニホールド一体型セパレータ及び耐久性に優れた固体高分子電解質型燃料電池を提供する。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記技術的課題を解決するために、本発明の請求項1において講じた技術的手段（以下、第1の技術的手段と称する。）は、ガス導入マニホールド孔、ガス排出マニホールド孔及びガス流路溝部を有し、前記ガス導入マニホールド孔と前記ガス流路溝部を連結するガス導入口及び前記ガス排出マニホールド孔と前記ガス流路溝部を連結するガス排出口を平板で覆い、前記ガス導入口及び前記ガス排出口をトンネル構造にした燃料電池用セパレータにおいて、前記ガス流路溝部以外の部分を樹脂で被覆したコーティング膜を設けたことを特徴とするガスマニホールド一体型セパレータである。

【0011】上記第1の技術的手段による効果は、以下のものである。

【0012】即ち、前記平板の端部が前記コーティング膜により覆われ、該平板の端部とセパレータ本体の間の段差がなくなり、且つ平板の接着強度も補強するので、平板が剥離するおそれなくなり、前記平板のずれや接合部の不良があっても前記コーティング膜でガスのリークを防ぐことができる効果を有する。また前記ガス流路溝部以外の部分全体を覆うため、前記コーティング膜とセパレータとの接着強度を確保することができる。

【0013】上記技術的課題を解決するために、本発明の請求項2において講じた技術的手段（以下、第2の技術的手段と称する。）は、ガス導入マニホールド孔、ガス排出マニホールド孔及びガス流路溝部を有し、前記ガス導入マニホールド孔と前記ガス流路溝部を連結するガス導入口及び前記ガス排出マニホールド孔と前記ガス流路溝部を連結するガス排出口を平板で覆い、前記ガス導入口及び前記ガス排出口をトンネル構造にした燃料電池用セパレータにおいて、前記ガス導入口及び前記ガス排出口を覆う平板のガスの流れる方向に平行な端部を覆う凸部形状の樹脂製の補強用リブを設けたことを特徴とするガスマニホールド一体型セパレータである。

【0014】上記第2の技術的手段による効果は、以下のものである。

【0015】即ち、前記平板の端部が前記補強用リブにより覆われ、該平板の端部とセパレータ本体の間の段差が隠され、平板の接着強度も補強するので、平板が剥離するおそれなくなり、前記平板のずれや接合部の不良

があっても前記コーティング膜でガスのリークを防ぐことができる効果を有する。

【0016】上記技術的課題を解決するために、本発明の請求項3において講じた技術的手段（以下、第3の技術的手段と称する。）は、前記樹脂がエチレンプロピレンゴムであることを特徴とする請求項1及び請求項2記載のガスマニホールド一体型セパレータである。

【0017】上記第3の技術的手段による効果は、以下のものである。

10 【0018】即ち、前記樹脂はガスの透過性が低くので、ガスのシール性に優れている。

【0019】上記技術的課題を解決するために、本発明の請求項4において講じた技術的手段（以下、第4の技術的手段と称する。）は、前記コーティング膜及び前記補強用リブが一体で形成されていることを特徴とする請求項1記載及び請求項2記載のガスマニホールド一体型セパレータである。

【0020】上記第4の技術的手段による効果は、以下のものである。

20 【0021】即ち、この手段により前記補強用リブのセパレータに対する接着強度を大きくすることができ、且つ同時に成形することができるのでコストを低くすることができる。また、平板の剥離を防止する効果、ガスのリークを防ぐ効果も大きくすることができる。

【0022】上記技術的課題を解決するために、本発明の請求項5において講じた技術的手段（以下、第5の技術的手段と称する。）は、請求項1記載及び請求項2記載のガスマニホールド一体型セパレータのガス導入マニホールド孔、ガス排出マニホールド孔、冷却水導入マニホールド孔、冷却水排出マニホールド孔の少なくとも一つの孔を囲む凸部形状の樹脂製のシールリブを設け、前記シールリブと前記コーティング膜及び前記補強用リブを一体で形成することを特徴とする請求項1記載及び請求項2記載のガスマニホールド一体型セパレータである。

【0023】上記第5の技術的手段による効果は、以下のものである。

40 【0024】即ち、この手段により前記シールリブ及び前記補強用リブのセパレータに対する接着強度を大きくすることができ、且つ同時に成形することができるのでコストを低くすることができる。

【0025】上記技術的課題を解決するために、本発明の請求項6において講じた技術的手段（以下、第6の技術的手段と称する。）は、ガス導入マニホールド孔、ガス排出マニホールド孔及びガス流路溝部を有し、前記ガス導入マニホールド孔と前記ガス流路溝部を連結するガス導入口及び前記ガス排出マニホールド孔と前記ガス流路溝部を連結するガス排出口を平板で覆い、前記ガス導入口及び前記ガス排出口をトンネル構造にしたガスマニホールド一体型セパレータを有する燃料電池において、

前記ガス流路溝部以外の部分を樹脂で被覆したコーティング膜を設けたガスマニホールド一体型セパレータで固体高分子電解質膜と電極の接合体を挟んで積層したことを特徴とする固体高分子電解質型燃料電池である。

【0026】上記第6の技術的手段による効果は、以下のようなものである。

【0027】即ち、前記ガスマニホールド一体型セパレータの平板の端部が前記コーティング膜により覆われ、該平板の端部とガスマニホールド一体型セパレータ本体の間の段差がなくなり、且つ平板の接着強度も補強するので、平板が剥離するおそれなくなり、段差によるガスのリークがなくなるため、耐久性に優れた固体高分子電解質型燃料電池ができる。

【0028】上記技術的課題を解決するために、本発明の請求項7において講じた技術的手段（以下、第7の技術的手段と称する。）は、ガス導入マニホールド孔、ガス排出マニホールド孔及びガス流路溝部を有し、前記ガス導入マニホールド孔と前記ガス流路溝部を連結するガス導入口及び前記ガス排出マニホールド孔と前記ガス流路溝部を連結するガス排出口を平板で覆い、前記ガス導入口及び前記ガス排出口をトンネル構造にしたガスマニホールド一体型セパレータを有する燃料電池において、前記ガス導入口及び前記ガス排出口を覆う平板のガスの流れる方向に平行な端部を覆う凸部形状の樹脂製の補強用リブを設けたガスマニホールド一体型セパレータで固体高分子電解質膜と電極の接合体を挟んで積層したことを特徴とする固体高分子電解質型燃料電池である。

【0029】上記第7の技術的手段による効果は、以下のようなものである。

【0030】即ち、前記ガスマニホールド一体型セパレータの平板の端部が前記補強用リブにより覆われ、平板の接着強度も補強するので、平板が剥離するおそれなくなるため、耐久性に優れた固体高分子電解質型燃料電池ができる。

【0031】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例について、図面に基づいて説明する。

【0032】図1は、本発明の実施例のガスマニホールド一体型セパレータ100の正面図である。中央部にガス流路溝部10が設けられている。前記ガス流路溝部10は、燃料電池として組み立てたときに固体高分子電解質膜と電極の接合体の電極と接する部分である。

【0033】前記ガスマニホールド一体型セパレータ100の端部には、燃料ガス導入マニホールド孔1、冷却水導入マニホールド孔2、酸化剤ガス導入マニホールド孔3、4、酸化剤ガス排出マニホールド孔5、6、冷却水排出マニホールド孔7及び燃料ガス排出マニホールド孔8が設けられている。

【0034】前記燃料ガス導入マニホールド孔1と前記ガス流路溝部10の間には、燃料ガス導入口11が設け

られている。前記燃料ガス排出マニホールド孔8と前記ガス流路溝部10の間には、燃料ガス排出口15が設けられている。前記燃料ガス導入口11は平板9で覆われ、前記燃料ガス排出口15は平板16で覆われ、それぞれトンネル構造になっている。これにより燃料電池に組み込んだとき固体高分子電解質膜が前記燃料ガス導入口11や前記燃料ガス排出口15を塞いでガスの通流を妨害することを防止されている。

【0035】燃料ガスは、前記燃料ガス導入マニホールド孔1から入って、前記燃料ガス導入口11を通して前記ガス流路溝部10に供給される。前記燃料ガスは、接している電極に拡散して電気化学反応で発電に供されながら前記ガス流路溝部10内部を前記燃料ガス排出口15方向に通流する。発電に供された残りの燃料ガスは前記燃料ガス排出口15から前記燃料ガス排出マニホールド孔8に排出される。

【0036】図2は、前記ガスマニホールド一体型セパレータ100の燃料ガス導入口11周辺の平板9の位置関係を示す部分斜視図である。図3は、前記ガスマニホールド一体型セパレータ100の補強用リブと平板、シールリブとの位置関係を示す部分斜視図である。図4は、図3の補強用リブの部分のAA断面図である。

【0037】燃料ガス導入口11は数本の溝形状で形成され、平板9で覆うために段差部17が設けられている。前記段差部17に前記平板9が接着により接合されている。前記平板9の表面は、ガスマニホールド一体型セパレータ100の表面と同一平面になるように設計されているが、加工誤差により段差ができる場合がある。

【0038】ガスマニホールド一体型セパレータ100の表面のガス流路溝部10以外の部分は、エチレンプロピレンゴム製のコーティング膜12で覆われている。各マニホールド1～8の周囲及びガス流路溝部10の周囲にはガスや冷却水の漏れを防止するエチレンプロピレンゴム製のシールリブ14が設けられている。前記平板の燃料ガスが流れる方向に平行な端部9a、9bの上にはエチレンプロピレンゴム製の補強用リブ13が設けられている。

【0039】本実施例では、前記コーティング膜12、前記シールリブ14及び前記補強用リブ13はインジェクション成型法で一体で形成されている。前記コーティング膜12、前記シールリブ14、前記補強用リブ13は同じエチレンプロピレンゴム製であるが、別々の樹脂でもかまわない。同じ樹脂であると、一体で形成できるので低コスト化することができる。また、エチレンプロピレンゴム以外の樹脂でもよいが、エチレンプロピレンゴムはガスの透過性が低く、ガスのシール性に優れている。エチレンプロピレンゴム以外の樹脂としては、シリコン樹脂、ニトリルゴム、ウレタンゴム、ブチルゴム、アクリルゴム、ハイパロン、ブラジエンゴム、イソプレンゴム、スチレンゴムなどがある。

【0040】平板9の端部9a, 9bに加工誤差による段差ができた場合でも、前記コーティング膜12や前記補強用リブ13があるので、燃料電池の組み立て時などに前記端部9a, 9bに衝撃が加わることがなくなり、前記平板9が剥離することはなくなった。また、平板9が段差部17との接合時にずれても前記コーティング膜12や前記補強用リブ13があるので、ガスが漏れることがなくなった。

【0041】前記コーティング膜12、前記補強用リブ13は、どちらか一方だけでも上記の効果があるが、一体で形成することにより上記の効果を増すことができるとともに、前記補強用リブ13のガスマニホールド一体型セパレータ100に対する接着強度を高めることができる。また、シールリブ14も一体で形成することにより低コストで前記コーティング膜12、前記補強用リブ13を形成することができる。

【0042】燃料ガス排出口15の平板16の部分にも補強用リブが設けられているが、構造と効果は上記と同じであるので説明は省略する。

【0043】ガスマニホールド一体型セパレータ100の裏面には、酸化剤ガス用のガス流路溝部、ガス導入口、ガス排出口が設けられている。また、このガス導入口、ガス排出口を覆う平板が設けられている。燃料ガス側の面と同様にコーティング膜、シールリブ、補強用リブが設けられている。それらの構造と作用は燃料ガス側の説明と同様である。

【0044】なお、セパレータには燃料ガス用のガス流路溝部と酸化剤ガス用のガス流路溝部が表裏に必ず設けられている必要はない。どちらか一方のみ設けられたセパレータでもよい。

【0045】図5は、本発明の実施例の燃料電池の外観図である。ガスマニホールド一体型セパレータ100が複数枚積層されている。前記ガスマニホールド一体型セパレータ100間には、固体高分子電解質膜を燃料極と酸化剤極で挟持した電極ユニットが存在している。前記ガスマニホールド一体型セパレータ100の両端部には、発電した電気を外側に取り出す集電板25が設けられている。前記集電板25の外側には、発電した電気が前記集電板25以外に流れないようにする絶縁板24が設けられている。

【0046】更に、前記絶縁板24の外側には、プレッシャプレート26a、26bが設けられ、前記ガスマニホールド一体型セパレータ100、前記集電板25、前記絶縁板24を押さえて固定している。前記プレッシャプレート26aには、燃料ガス入口マニホールド18、冷却水入口マニホールド19、酸化剤ガス入口マニホールド20、燃料ガス出口マニホールド21、冷却水出口マニホールド22、酸化剤ガス出口マニホールド23が設けられている。

【0047】前記燃料ガス入口マニホールド18は、燃

料ガス導入マニホールド孔1と連結している。前記冷却水入口マニホールド19は、冷却水導入マニホールド孔2と連結している。前記酸化剤ガス入口マニホールド20は、酸化剤ガス導入マニホールド孔3、4と連結している。前記燃料ガス出口マニホールド21は、燃料ガス排出マニホールド孔8と連結している。前記冷却水出口マニホールド22は、冷却水排出マニホールド孔7と連結している。前記酸化剤ガス出口マニホールド23は、酸化剤ガス排出マニホールド孔5、6と連結している。

10 【0048】燃料ガスは前記燃料ガス入口マニホールド18から供給され、燃料ガス導入マニホールド孔1を通過してそれぞれのガスマニホールド一体型セパレータ100の燃料ガス導入口11からガス流路溝部10に供給される。一方、酸化剤ガスは前記酸化剤ガス入口マニホールド20から供給され、酸化剤ガス導入マニホールド孔3、4を通過してそれぞれのガスマニホールド一体型セパレータ100の酸化剤ガス導入口から酸化剤ガスのガス流路溝部に供給される。それぞれのガス流路溝部に供給された燃料ガスと酸化剤ガスは、それぞれ燃料極、酸化剤極で電気化学反応に供され発電する。

【0049】電気化学反応に使われなかった燃料ガスは、燃料ガス排出口15から燃料ガス排出マニホールド孔8に排出され、燃料ガス出口マニホールド21から燃料電池の外部に排出される。一方、電気化学反応に使われなかった酸化剤ガスは、酸化剤ガス排出口から酸化剤ガス排出マニホールド孔5、6に排出され、酸化剤ガス出口マニホールド23から燃料電池の外部に排出される。

【0050】この燃料電池を長時間動かしたり、試験のためにガスマニホールド一体型セパレータ100を取り外して再度組み立てても、ガス導入口とガス排出口を覆う平板に生じた加工誤差による段差が前記コーティング膜12及び前記補強用リブ13で覆われているので、前記平板が剥離することはなくなった。

【0051】

【発明の効果】以上のように、本発明は、ガス導入マニホールド孔、ガス排出マニホールド孔及びガス流路溝部を有し、前記ガス導入マニホールド孔と前記ガス流路溝部を連結するガス導入口及び前記ガス排出マニホールド孔と前記ガス流路溝部を連結するガス排出口を平板で覆い、前記ガス導入口及び前記ガス排出口をトンネル構造にした燃料電池用セパレータにおいて、少なくとも前記ガス流路溝部以外の部分を樹脂で被覆したコーティング膜を設けるか、又は前記ガス導入口及び前記ガス排出口を覆う平板のガスの流れる方向に平行な端部を覆う凸部形状の樹脂製の補強用リブを設けたことを特徴とするのガスマニホールド一体型セパレータ及びそのガスマニホールド一体型セパレータで固体高分子電解質膜と電極の接合体を挟んで積層したことを特徴とするの固体高分子電解質型燃料電池であるので、前記ガス導入口及び前記

9

10

ガス排出口を覆う平板が剥離する問題を解決し、ガスシール性に優れたガスマニホールド一体型セパレータ及び耐久性に優れた燃料電池ができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例のガスマニホールド一体型セパレータの正面図

【図2】ガスマニホールド一体型セパレータの燃料ガス導入口周辺の平板の位置関係を示す部分斜視図

【図3】ガスマニホールド一体型セパレータの補強用リブと平板、シールリブとの位置関係を示す部分斜視図

【図4】ガスマニホールド一体型セパレータの補強用リブの部分のAA断面図

【図5】本発明の実施例の燃料電池の外観図

【符号の説明】

1…燃料ガス導入マニホールド孔

2…冷却水導入マニホールド孔

3、4…酸化剤ガス導入マニホールド孔

5、6…酸化剤ガス排出マニホールド孔

7…冷却水排出マニホールド孔

8…燃料ガス排出マニホールド孔

9、16…平板

9a、9b…端部

10…ガス流路溝部

11…燃料ガス導入口

12…コーティング膜

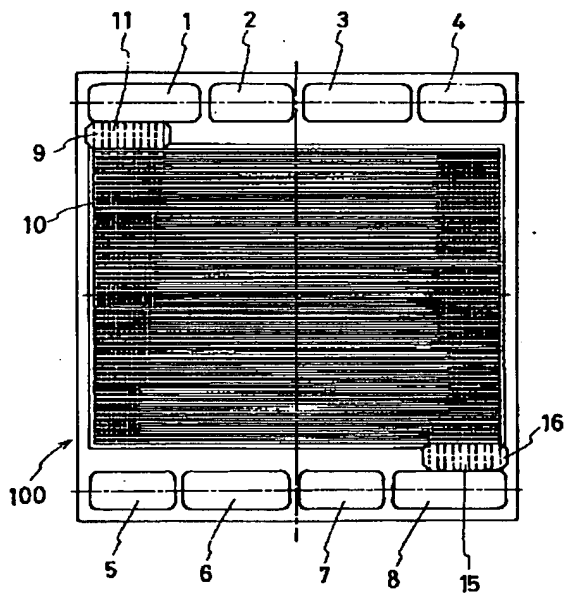
13…補強用リブ

14…シールリブ

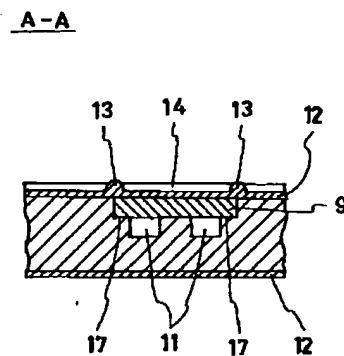
15…燃料ガス排出口

100…ガスマニホールド一体型セパレータ

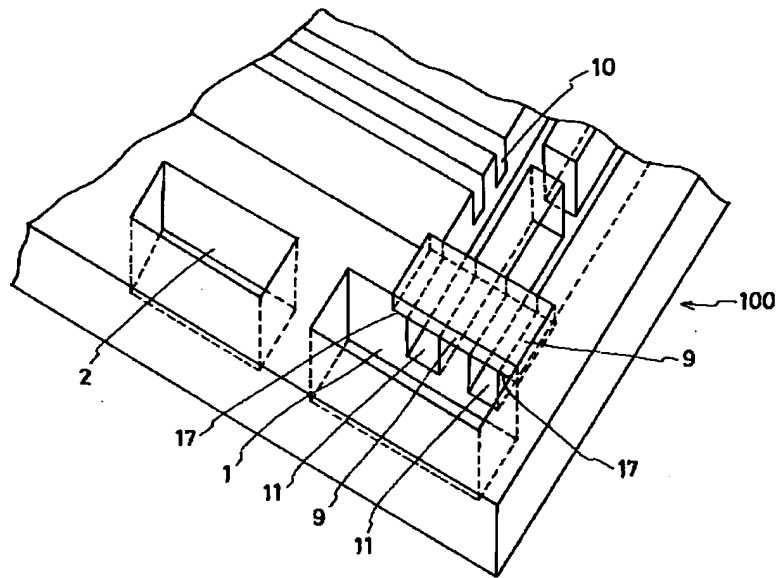
【図1】



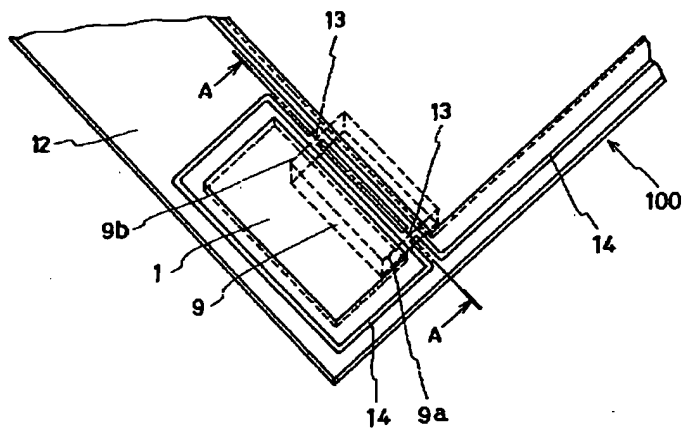
【図4】



【図2】



【图3】



【図5】

